

火成岩カードの開発と中学校理科授業における活用

福井大学教育学部 三 好 雅 也

福井大学教育学部 浅 原 雅 浩

福井大学教育学部 大 山 利 夫

福井市明道中学校 葛 野 剛 司

福井大学大学院教育学研究科 佐々木 直 広*

(*現所属：敦賀市立気比中学校)

中学校理科単元「大地の変化」の岩石の学習において、学習者が楽しみながら知識を定着させられる教材の開発を目指し、著者らは火成岩カードの作成に取り組んだ。本教材は、54枚のカードからなり、この単元で学習する岩石名・造岩鉱物名・有色鉱物と無色鉱物の量比・マグマの粘度・火山岩と深成岩の成因を網羅している。本教材を用いた授業を、中学校において48名の生徒を対象に実施した。事後アンケート調査結果は、カードゲームを通じ、多くの生徒が楽しみながら岩石・鉱物の学習ができたことを示した。

キーワード：地学教育、火成岩、カードゲーム、中等教育

1. はじめに

地球の大部分を構成する岩石は、我々にとって最も身近な自然素材の1つであり、古くから石器や石材等として人間生活に深く関わってきた。従って、岩石について理解を深めることは、地球の成り立ちや人類と自然の関わりについて知る上で重要である。また、岩石などの身近な自然について学ぶことは、防災・環境保全教育に繋がるため、大きな意義を持つといえよう。

岩石の学習には上記のような意義があるが、これまでに学習上の問題点が指摘されてきている。岩石に関する最初の学習機会は、中学校1年生理科単元「大地の変化」であり、ここでは火成岩・堆積岩について、分類名・特徴・成因などを学習する。中学校学習指導要領（文部科学省，2008）では、岩石の分類名と成因を関連付けて理解させること、野外観察や室内における標本観察を通じて理解を深めることが重視されている。しかしながら、中学生にとって岩石と鉱物を正しく理解することは困難な場合が多く、両者を混同してしまい混乱に陥ることが報告されている（廣木・平田，2007，2008）。また、学校現場において野外観察の実施が困難な場合が多いという報告もある（三次，2008）。これらは岩石の学習における課題である。

野外観察が実施困難な学校では、室内における岩石標本観察や、ビデオ・スライド等の映像教材による学習が実施されている事例が多い（三次，2008）。相場・小林（2008）は、室内学習においては岩石標本の観察等の直接経験の方がビデオ・写真資料による間接経験よりも学習効果が高いことを指摘している。従って、理想的には

野外観察の機会を充実させることが必要であると考えられる。一方で、多数の学校で映像資料等を用いた学習が行われている現状（三次，2008）を考慮すると、新たな室内学習用教材の開発も急務であるといえよう。

上記の課題・現状を背景として、著者らは室内で楽しく学べる岩石学習教材開発を目指し、「火成岩カード」を作成した。岩石の情報を掲載したカードを用いてゲームを行うことにより、学習者は遊びの中で岩石・鉱物名に触れ、会話に用いることになる。このゲームの繰り返し、岩石名・鉱物名などの反復学習となり、整理され、関連付けされた知識の定着に繋がるのではないかと考えた。科学関連の学習カード教材開発事例はこれまでに複数報告されており、例えば中村（2011）は、大学の授業において植物カードゲームを作成し、受講生達の植物への関心を促したと述べている。地球科学分野では、「恐竜・古生物カードゲーム パレオン」（合同会社マイアース・プロジェクト商品）などが市販されている。一方、中学校理科で学習する火成岩の内容に特化したカードゲームは国内ではあまり報告例がないようである。

開発した火成岩カードの内容に対する中学生の評価、ゲーム教材としての汎用性、教育効果等について調べるため、中学校において本教材を用いた授業実践および授業後アンケート調査を行った。

2. 火成岩カードの概要

著者らが開発した火成岩カードは、中学校1年生理科単元「大地の変化」の火山・岩石分野で学習する内容の大部分（岩石名・造岩鉱物名・有色鉱物と無色鉱物の量

比・マグマの粘度・火山岩と深成岩の成因)を網羅している。視覚的にわかりやすいように、単純なイラストや明瞭な写真を掲載し、説明の文字数は可能な限り少なくするよう心掛けた。

火成岩カードは全部で54枚あり、火山岩カード(玄武岩・安山岩・流紋岩)、深成岩カード(斑れい岩・閃緑岩・花崗岩)が27枚ずつという構成である。火山岩と深成岩カードの例を図1に示す。火山岩と深成岩は、カードの縁およびカード内の線やイラストの色で区別するようにした(前者が赤色、後者が橙色)。上記6つの異なる岩石について、3種類のカード(肉眼観察・実体顕微鏡観察・偏光顕微鏡観察)が3枚ずつ(計9枚)含まれる。

3種類のカード(肉眼・実体顕微鏡・偏光顕微鏡観察)の構成および掲載内容について、以下に簡潔に説明する。
肉眼観察カード: 左上隅に「目」のシンボルを配置し、右上隅には「火山岩」或いは「深成岩」と記した。カード中央部には岩石の写真を載せ、その直上に岩石名を、直下に産地を記した。カード下部には、マグマの化学組成(二酸化ケイ素含有量)を示す円グラフ、マグマの粘度を示す星印(5段階)、岩石名の由来・別名などを表示した(図1)。

実体顕微鏡観察カード: 左上隅に「虫眼鏡」のシンボルを配置し、右上隅には「火山岩」或いは「深成岩」と記した。カード中央部には岩石の実体顕微鏡写真を載せ、その直上に岩石名を、直下に産地を記した。写真の中に、岩石に含まれる鉱物を矢印で示した(有色鉱物: 黒色矢印; 無色鉱物: 白色矢印)。カード下部には、有色鉱物・無色鉱物の量比を示す円グラフ、マグマの冷却・固化する場所(地下深所または浅所)および速度(ゆっくりまたは急に)をイラストと共に表示した(図1)。

偏光顕微鏡観察カード: 左上隅に「顕微鏡」のシンボルを配置し、右上隅には「火山岩」或いは「深成岩」と記した。カード中央部には岩石の偏光顕微鏡写真を載せ、その直上に岩石名を、直下に産地を記した。写真の中に、岩石に含まれる鉱物を矢印で示した(有色鉱物: 黒色矢印; 無色鉱物: 白色矢印)。カード下部には、岩石の組織(等粒状組織または斑状組織)、岩石に含まれる代表的な造岩鉱物を表示した(図1)。

3. 中学校における火成岩カードの活用事例

福井市明道中学校1年生2クラス48名を対象に、火成岩カードを用いた理科授業を実施した。授業担当者は、



図1. 火成岩カードの例.

福井市明道中学校の教諭である。この授業に要した授業時数は2時間であり、最初の1時間をゲームルールの提示・考案、後の1時間をゲーム実践に充てた。ゲームは2015年3月に実施した、1年生2クラス(48名)のうち、1クラス(25名)では教員が提示したルールに基づきゲームを行い、もう1つのクラス(23名)では生徒達自身が独自のルールを考案してゲームを行った。独自ルールの考案に際し、「マグマの粘度」に着目したゲームを考えるようにと助言した。便宜上、これ以降は前者をグループA、後者をグループBと記述する。

グループAに提示したルールは、ジジ抜き型、神経衰弱型の2つであり、いずれもトランプのゲームルールと同様である。ジジ抜き型の場合は、同一岩石名のカードが2枚揃った場合にそれらをペアとして手札から外し、手札を全てなくすことができた者を勝者とした。神経衰弱型も同様に、同一岩石名のカードが揃った場合にそれらのカードを獲得し、最終的に獲得カード枚数が最多であった者を勝者とした。グループBが実施したゲームは、(1)岩石スピード、(2)岩石ドンジャラ、(3)マグマのねばりけで勝負！、(4)ROCKS U～NOの4種類であり、いずれも生徒らが自分達で考案したルールである。これらについて以下に簡潔に記す。

(1) **岩石スピード**: トランプの「スピード」のゲームルールと同様であり、2人1組で行う。台札のカードと岩石名または左上のシンボルが一致する手札を重ねてゆき、先に手札を全てなくした者が勝者となる。

(2) **岩石ドンジャラ**: 卓上ゲーム「ドンジャラ」と同様のルールであり、4人1組で行う。山札から各自6枚ずつ取り、手札とする。岩石名・観察の種類・マグマの粘度・岩石の組織・成因(マグマの冷却固化過程)のいずれかが揃うように、山札から1枚取り、手札から1枚外すことを繰り返す。勝敗は点数で決定し、最初に揃えた者が50点、2位が30点、3位が10点を獲得する。4位の獲得点数は0点である。揃った時点で「火成岩」と言わなければならない。誤って「ドンジャラ」と言った場合や何も言わなかった場合にはマイナス10点となる。岩石ドンジャラの「役」と配点は次のとおりである。岩石名: 50点; 観察の種類: 20点; マグマのねばりけ: 100点; 岩石の組織: 10点; 成因: 10点。最初の手札に「役」があれば200点を獲得する。

(3) **マグマのねばりけで勝負!**: 3～4人1組で行うゲームである。山札から各自5枚ずつ取り、手札とする。手札の中から1枚選び、裏向きで中央に差し出し、全員で一斉にカードをひっくり返す。マグマの粘度に応じてカードの強さが決まっており(玄武岩、斑れい岩、安山岩、閃緑岩、流紋岩、花崗岩の順で強い)、最も強いカードを差し出していた者が勝者となる。勝者はそのカードを手札から外し、それ以外の敗者は山札から1枚カードを取らなければならない。ただし、差し出されたカードが同一であった場合(重複した場合)、カードの強・弱に

関係なく山札からカードを2枚取らなければならない。手札を最も早くなくすことができた者が最終的な勝者となる。

(4) **ROCKS U～NO**: 3～4人1組で行うゲームであり、カードゲームのUNOと同様のルールである。各自5枚ずつ手札を持ち、親から順番に「岩石名」または「マグマの粘度」が場のカードと一致する手札を場に重ねてゆく。適当なカードが手札にない場合は、山札からカードを1枚取る。手札を早くなくすことができた者が勝者である。手札の「火山岩」「深成岩」「組織」「成因」が場と一致していたとしても、場に重ねることはできない。親は同じ岩石名のカードを複数枚まとめて場に重ねることができ、他の者はそれに倣ってカードを出さなくてはならない。肉眼観察カードが場に重ねられた場合、次の順番の者は、マグマの粘度を示す星印の数と同数のカードを山札から取らなければならない。手札が残り1枚となった時、「UNO」と言わなかった場合は山札からカードを1枚取らなければならない。

4. 結果

4-1. 授業中の生徒達の様子

火成岩カードゲームに取り組んだ生徒らは、カードに掲載された内容について、既に単元「大地の変化」で学習済みであった。ゲーム開始直後は、既習事項であるはずの岩石名・鉱物名があまり定着していなかったためか、困惑する生徒もみられた。実際、「試験のために勉強したけどあまり覚えていない」「ほとんど忘れてしまっている」といった声が聞こえてきた。しかし、ゲームを繰り返すうちに、「安山岩来ないかな」「また斑れい岩が出た」「玄武岩の偏光顕微鏡が来たら勝てる」など、岩石名を含む発言が多数聞こえてくるようになった。授業の雰囲気は盛況であり、全体としてゲームを楽しんでいる様子が確認できた(図2)。

4-2. アンケート調査と結果

火成岩カードに対する生徒らの評価等を知るため、授業後にグループA・Bの全員(それぞれ25名・23名)に対してアンケート調査(図3)を実施した。

Q1. これまでに、今回のようなカードゲームでの学習経験はありますか?という問いに対し、グループAでは88%(22名)、Bでは96%(22名)の生徒が「ない」と答えた。「ある」と答えた生徒に対し、Q2で学年・教科・内容を質問したところ、グループAの3名は、小学校国語(内容不明)、中学校理科(内容不明)、学年不明理科(星座のみえる時期と星の名前)と答え、グループBの1名は、小学校理科(環境カード?)と答えた。

Q3は、カードの内容に関する設問であり、生徒らの回答結果は図4のとおりである。情報量について、グループAの76%(19名)、Bの70%(16名)が「ちょうど良い」と答えた。「物足りない・やや物足りない」と答

えた生徒は、グループAの20%（5名）、Bの30%（7名）であった。「やや多いと感じる」と答えた生徒は、グループAの4%（1名）であった。写真について、グループAの88%（22名）、Bの96%（22名）が「わかりやすい・まあまあわかりやすい」と答えた。「少しわかりにくい」と答えた生徒は、グループAの12%（3名）、「とてもわかりにくい」と答えた生徒は、Bの4%（1名）であった。構成について、グループAの80%（20名）、Bの96%（22名）が「わかりやすい・まあまあわかりやすい」と答えた。「少しわかりにくい」と答えた生徒は、グループAの20%（5名）、「とてもわかりにくい」と答えた生徒は、Bの4%（1名）であった。文字・イラストについて、グループAの92%（23名）、Bの91%（21名）が「わかりやすい・まあまあわかりやすい」と答えた。「少しわかりにくい」と答えた生徒は、グループAの8%（2名）、Bの4%（1名）、「とてもわかりにくい」と答えた生徒は、Bの4%（1名）であった。特にわかりにくかった内容について、グループAからは「遊び方」「何をすれば良いか分からない」、Bからは「組織やマークが小さくて見にくい」「絵とカード」というコメントが寄せられた。

Q4では単元「大地の変化」の火山・岩石分野に対する印象を調査した。グループAの76%（19名）、Bの70%（16名）が「得意・やや得意」と答えた（図4）。Q4で「苦手・やや苦手」と答えた生徒に、Q5でその理由を尋ねたところ、グループAからは、「覚えるのが

大変」「覚えるのが好きじゃない」などの意見があった。Bからは「名前が難しい」「種類が多くて複雑」「細かくて分かりにくい」「覚える量がたくさんあるから」などが理由として挙げられた。Q6でカードゲームを使った火山・岩石分野の学習について尋ねたところ、グループAの100%（25名）、Bの91%（21名）が「とても楽しい・やや楽しい」と答えた（図4）。Q6で「あまり楽しくない」と答えたグループBの生徒2名に対し、Q7でその理由を質問したところ、「覚えにくいから進まない」「覚えるだけだから」と答えた。Q8で、火成岩カードゲームが「火成岩の名前・特徴・成分」などの学習において有効であると思うかと尋ねたところ、グループA・Bともに100%の生徒が「とてもそう思う・ややそう思う」と答えた。Q8に対する否定的回答はなかったため、Q9については回答者なしとなった。Q10は設定したゲームのルールを問うものであり、グループA・Bの回答結果は3章にて記した内容のとおりである。

Q11は、最も印象に残ったカードとその理由についての設問であり、結果は表1のとおりである。グループAでは「玄武岩」「偏光顕微鏡観察」、Bでは「花崗岩」「肉眼観察」がそれぞれ最多であった。それらのカードを選択した理由として、「きれい」「分かりやすい」が比較的多く挙げられた（表1）。

Q12は、火成岩カードゲームに対する感想の自由記述欄である。生徒らの感想を表2に示す（重複分は削除）。グループA・Bともに概ね肯定的な感想であり、「楽し



図2. 火成岩カードを用いた授業の様子。

かった」「面白かった」「岩石名を覚えられた」といった内容が多かった。グループAよりもBの方が長文の感想が多い傾向がある。また、カードの具体的内容である「岩石名」「マグマのねばりけ」「組織」「特徴」に触れられている感想が複数みとめられた。グループAの1名が「火成岩の名前を連呼することで覚えた」と記しており、これは著者らの期待通りの結果である（表2）。

Q13は、他にカードゲームが有効と思われる理科学

習内容について生徒らのアイデアを聞くための設問である。グループAからは「植物」「微生物」「物体(気体など)」, Bからは「植物」「化石」「堆積岩」という提案があった。

5. 考察

授業後アンケート調査結果（図4、表1、2）に基づき、火成岩カードの有用性およびそれを用いた授業の効果について考察する。

1. これまでに、今回のようなカードゲームでの学習経験はありますか？（ある ・ ない）

2. 「ある」と答えた人にうかがいます。

(1) いつ頃ですか？（小学生になる前・小学生のころ・中学生になってから）

(2) どの教科ですか？（国語・算数・数学・社会・理科・英語・その他：_____）

(3) どのような内容のカードゲームでしたか？覚えていた範囲で教えてください。

()

3. カードの内容に関する以下の問について、該当する項目を○で囲んで下さい。

(1) カード内の情報量について（ちょうど良い・物足りない・やや物足りない・やや多いと感じる・多すぎる）

(2) カードの写真について（わかりやすい・まあまあわかりやすい・少しわかりにくい・とてもわかりにくい）

(3) カードの構成について（わかりやすい・まあまあわかりやすい・少しわかりにくい・とてもわかりにくい）

(4) 文字・イラストについて（わかりやすい・まあまあわかりやすい・少しわかりにくい・とてもわかりにくい）

(5) 特にわかりにくかった内容があれば教えてください（ ()

4. 「大地の変化」の単元の「火山活動と岩石（火成岩）」についてどう思いますか？（得意・やや得意・やや苦手・かなり苦手）

5. 上の問4で「やや苦手」「かなり苦手」と答えた人は、そう思う理由を教えてください。

()

6. カードゲームを使った「火山活動と岩石（火成岩）」の学習についてどう思いますか？

(とても楽しい・やや楽しい・あまり楽しくない・まったく楽しくない)

7. 上の問6で「あまり楽しくない」「まったく楽しくない」と答えた人は、そう思う理由を教えてください。

()

8. このカードゲームは、火成岩の名前・特徴・成分・成因などを学習する上で有効だと思いますか？

(とてもそう思う・ややそう思う・あまりそう思わない・まったくそう思わない)

9. 上の問8で「あまりそう思わない」「まったくそう思わない」と答えた人は、その理由を教えてください。

()

10. 今回はどのようなルールを設定してカードゲームを行いましたか？（例えば、ポーカー型、神経衰弱型、七並べ型・・・など）できるだけ詳しく教えてください。

11. 火成岩カード18種類の中で、最も印象に残ったカードはどれですか？よろしければその理由も教えてください。

() 岩の(肉眼観察・実体顕微鏡観察・偏光顕微鏡観察) カード

理由(()

12. このカードゲームを行った感想を自由に書いてください。

13. 小・中学校理科学習の中で、他にこのようなカードゲームが有効だと思われる内容がもしあれば教えてください（いくつでも）。

図3. アンケート調査用紙.

大部分の生徒がカードゲームを用いた授業を未経験であったこと (Q1 の結果) から, Q3 の結果は既存のカード教材との比較評価ではなく, 著者らの火成岩カードへの純粋な評価と考えて良い。Q3 の結果 (図 4) から, 火成岩カードの内容 (情報量・写真・構成・文字・イラスト) は, 大部分の生徒にとって, 特に使用上の大きな問題がなく, 受け入れられるものであったといえよう。カードの情報量について「やや物足りない・物足りない」と答えた生徒のうち数名は, Q12 でカード枚数の不足について要望する記述をしているため, カードに掲載された情報量に対する評価にはなっていない可能性

がある。

火山・岩石分野について, グループ A・B ともに大部分の生徒が得意と感じているが, 20%以上の生徒が苦手意識を持っており (図 4, Q4 の結果), その主な理由は岩石名・鉱物名等を覚える作業の困難さであった (Q5 の結果)。この結果は廣木・平田 (2007, 2008) の報告と整合的である。これに対し, Q6 ではグループ A・B ともに 90%以上の生徒が火成岩カードゲームを用いた当該分野の学習に楽しさを見出している。また, Q8 では全ての生徒が「岩石名・特徴・成分・成因」を学習する上で火成岩カードが有効であると答えている。さら

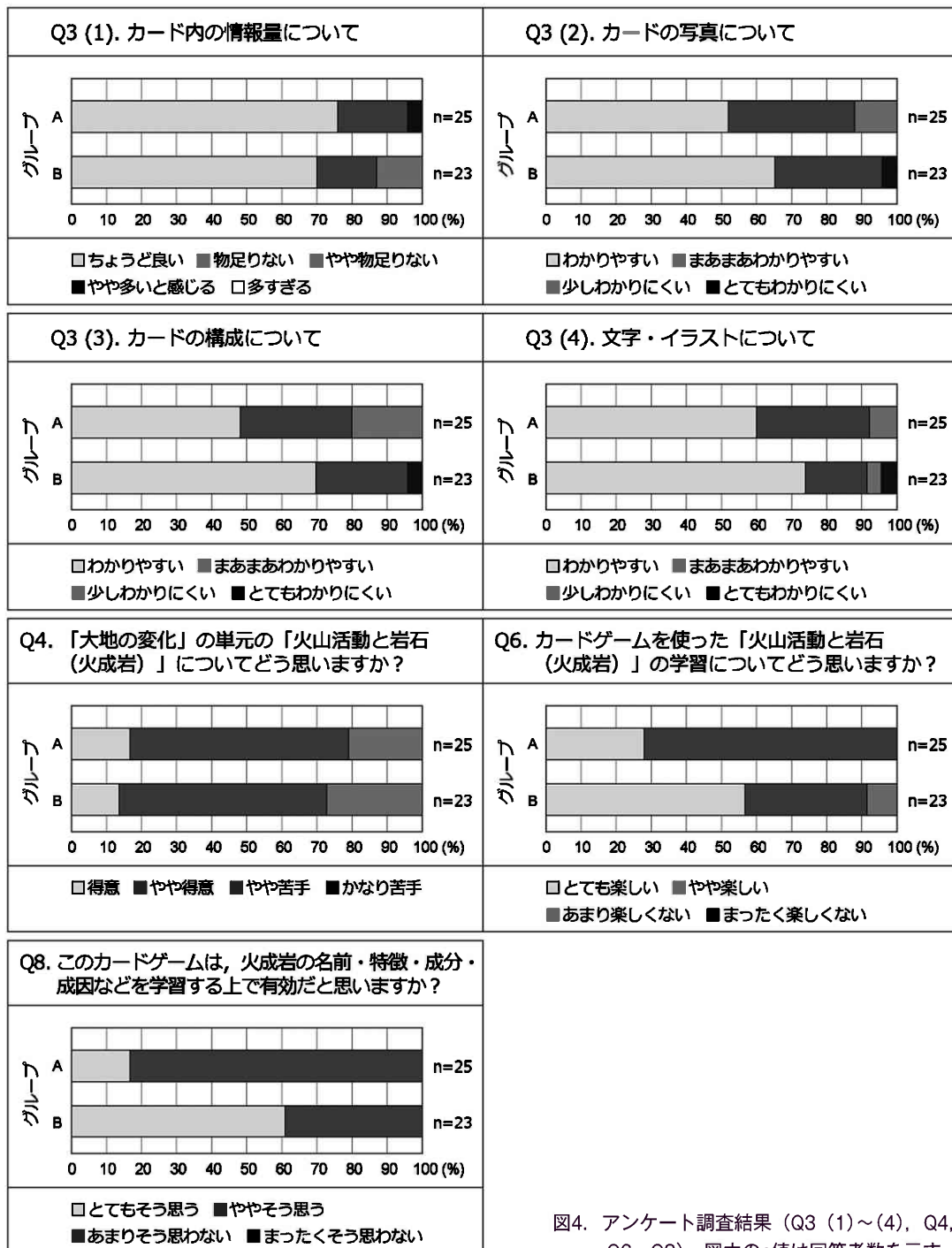


図4. アンケート調査結果 (Q3 (1)~(4), Q4, Q6, Q8). 図中のn値は回答者数を示す。

に、Q12では「楽しみながら岩石名・特徴が覚えらる」という旨の感想が多くみられた(表2)。上記結果は、火成岩カードを用いた火山・岩石分野の授業が、生徒らの苦手意識を軽減し、高い学習効果を生み出しうることを示唆している。

表1の結果は、生徒らの岩石に対する興味・関心を深めるためには、明瞭且つ美しい写真が必要不可欠であることを示している。グループAの生徒の多くが強く印象に残ったと答えた「偏光顕微鏡写真」は、教科書等に掲載されている例が少ない。多くの場合、スケッチが掲載されている。スケッチは簡潔で説明には適しているかもしれないが、偏光顕微鏡観察未経験である生徒にとっては実感できないという側面もあると考えられる。ス

ケッチと併せて実際に偏光顕微鏡観察を行うことが理想的であるが、偏光顕微鏡を完備している中学校は多くない。従って、スケッチと実際の偏光顕微鏡観察の中間的な存在として、偏光顕微鏡写真を掲載した火成岩カードは有用である可能性がある。

表2において、グループA・Bで感想文の充実度合が異なり、後者の方が長文という傾向がある。このような傾向が生じた原因については明確にはわからないが、1つの可能性として、グループA・Bのゲームへの取り組み方の違い(前者がルール提示型、後者がルール考案型)が影響していることが考えられる。後者はゲームのルールを自分達で考案したことで、より授業内容が印象に残ったのかもしれない。そうであるならば、後者が実

表1. アンケート調査用紙のQ11への回答.

	玄武岩	安山岩	流紋岩	斑れい岩	閃緑岩	花崗岩	肉眼	実体	偏光	理由
A		<input type="radio"/>							<input type="radio"/>	かわいかったから
			<input type="radio"/>						<input type="radio"/>	
				<input type="radio"/>					<input type="radio"/>	
	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>				<input type="radio"/>			ぼくの名前ににているから
					<input type="radio"/>		<input type="radio"/>			白黒だったのでわかりやすかった
		<input type="radio"/>							<input type="radio"/>	きれいにうつっていたから
					<input type="radio"/>			<input type="radio"/>		
		<input type="radio"/>							<input type="radio"/>	きれいだから
		<input type="radio"/>							<input type="radio"/>	きれい
		<input type="radio"/>							<input type="radio"/>	きれいだった
	<input type="radio"/>									かっこいい
	<input type="radio"/>								<input type="radio"/>	かっこいい
					<input type="radio"/>				<input type="radio"/>	色々な鉱物がのっているから
						<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			石英や長石などがみえるから
	<input type="radio"/>						<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		すごいから
	<input type="radio"/>									
B	<input type="radio"/>						<input type="radio"/>			色がこかったから
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>			名前がわかりやすいから
						<input type="radio"/>				
						<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		
				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			自分が見ているのがみえるから
	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			なんとなく
	<input type="radio"/>							<input type="radio"/>		黒色で、鉱物
	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>			<input type="radio"/>		きれいな割合だと思ったから
	<input type="radio"/>							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	黒色で鉱物もあって特徴的だったから
						<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		きれいやった
						<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			特になし
				<input type="radio"/>				<input type="radio"/>		くっきりしているから
						<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	見やすかったからです
						<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			見やすかったから
	<input type="radio"/>							<input type="radio"/>		
	<input type="radio"/>						<input type="radio"/>			授業で見たことがあるから
	<input type="radio"/>						<input type="radio"/>			絵が少しかんたんだった
	<input type="radio"/>								<input type="radio"/>	キラキラ光っていたから
						<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			わかりやすかったから

表2. アンケート調査用紙の自由記述欄 (Q12) への回答.

A	<ul style="list-style-type: none"> ・オリジナルのルールがなく、やっていて楽しいが、インパクトがない。 ・楽しい。 ・まあ楽しかった。 ・イラストがわかりやすくなった。 ・とても楽しかったです。 ・まあまあ楽しい。 ・神経衰弱型がとてもおもしろい。岩の名前が覚えやすい。 ・楽しかったし、勉強もできた。 ・忘れかけていた岩の名前を思い出して頭の中で整理することができた。 ・楽しみながら名前も覚えられるし、特徴も覚えられますので、いいと思いました。 ・楽しかったです。 ・ふつう。 ・神経衰弱をして火成岩の名前を連呼して覚えられたと思う。記憶力をきたえるのにいいと思った。 ・よくわからなかったけど、楽しかった。 ・おもしろかったです。 ・火成岩の中身をくわしくすることができた。
B	<ul style="list-style-type: none"> ・自分で考えたのが意外とおもしろかったです。 ・いろいろなルールをやってみておもしろかったです。 ・いろんなゲームをかんがえられて楽しかった。 ・だれかとかぶってしまうと2枚とらなければならず、なかなか終わらないときもありましたが、とても楽しかったです。 ・詳しく書いてあって、いいと思った。 ・いろんなやり方がつくれたのでよかったです。 ・いいと思います。 ・難しいゲームもあったけど、人数が多いほど楽しいと思う。だからカードの数を増やした方がよいと思う。 ・絵や組織の成り立ちが分かりやすくなっていて、覚えることができました。苦手で覚えることがあまり好きではなかったけど、ゲームを通して楽しく行えたので良かったです。 ・楽しくできるので、良いと思ったし、カードの内容も分かりやすいので、しっかり岩石の特徴を覚えることができると思います。 ・自分たちで作ったけれど、まあまあおもしろかったです。しっかりと岩の名前なども覚えられますので、いいと思います。 ・初め見た時はどう使っているのか分からなかったけど、トランプとして活用してみると楽しかったです。ねばりけの強さの順番も分かりました。 ・みんなで楽しく岩石の名前を覚えるのはとってもいいと思いました。 ・絵もわかりやすくねばりけがかいてありよかったです。 ・とても分かり易く、面白かったが、ルールによってはつまらないものもあった。 ・分かりにくい部分もあるけど、だいたい分かるのでおもしろい。 ・カードゲームを通して楽しく覚えることができました。 ・カードもみやすく楽しくゲームをすることが出来ました。 ・カードの枚数が足りなくて、ルールがよく分からなくなりました。しかし、すごく覚えやすいと思います。 ・ゲームの内容で、面白さや分かりやすさが変わる。 ・びみょう！ ・カードはとても分かりやすく、肉眼、実体顕微鏡、偏光顕微鏡の3つに分かれていて、見やすかったです。また、とても楽しかったです。 ・けっこう難しい部分もあったけれど、楽しいものもあり、おもしろかったです。

施したような生徒主体の取り組みが、より高い学習効果を得る上で重要な役割を果たす可能性がある。このことを明らかにするためには、試験等による学習効果の測定も今後実施する必要がある。

6. まとめ

中学校理科単元「大地の変化」の岩石の学習において、生徒らが遊びを通じ、整理され、関連付けされた知識を定着させることを目的として、火成岩カードの開発およびそれを用いた中学校における授業実践を行った。事後アンケート調査結果は、火成岩カードゲームを通じ、多くの生徒が楽しみながら学習できたことを示した。また、グループBが複数の独自ルールを考案したことから、

火成岩カードのゲーム教材としての一定の汎用性が確認された。本教材の詳細な学習効果の調査を含め、今後さらなる教育実践を行う必要がある。本教材の主な対象は中学生であるが、小学生・高校生でも楽しめる内容であると考えられる。小学生であれば中学校理科の内容を先取りする形で、高校生であれば復習する形で取り組むことができると期待される。この発展性についても探ってゆきたいと考えている。

火成岩カードを用いることで、岩石名・鉱物名等を楽しく学習できる可能性は示せたが、相場・小林 (2008) が示したとおり、やはり岩石を含む地学の学習は実物の直接観察が本質である。従って、本教材を用いた室内学習と併せ、野外観察及び室内における実物標本観察が実

施されることが望ましいと考える。

Q13において生徒達から提案された「植物」「化石」「堆積岩」のうち、堆積岩カードは既に開発しており、現在火成岩カードと混合したゲームを検討中である。さらに、生物分野の「動物カード」についても開発している。我々が開発した火成岩・堆積岩・動物の3種類のカードは、「ROCKS AND ANIMALS」として「理科の言葉」ホームページ (<http://rikanokotoba.net/card-game>) からダウンロード可能としている。堆積岩・動物カードについても、今後学習効果等を調べる予定である。

謝 辞

本研究は、2014～2015年度科学研究費基盤研究C(No. 25350192)「中学校理科学習における言語活動充実に資する語彙獲得のための実証的・実践的研究」(研究代表者:大山利夫)および同年度科学研究費若手研究B(No. 25870269)「地域地質データベースを用いた地学教育手法の開発」(研究代表者:三好雅也)の一環として実施された。福井大学教育学部地学教室の山本博文教授・藤井純子博士には、教材開発を行うにあたり終始激励を賜った。福井市明道中学校の吉田智校長には、本教材を

用いた授業についてご承認いただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 相場博明・小林まり子(2008) 地層を野外で教えた場合と室内で教えた場合ではどのように違うか. 地学教育, 61, 141-155.
- 廣木義久・平田豊誠(2007) 中学生の岩石・鉱物の概念理解—用語の構造理解と物質の構造理解の視点から—. 地学教育, 60, 43-51.
- 廣木義久・平田豊誠(2008) 中学生が岩石と鉱物を正しく理解するために: 岩石と鉱物の用語および物質の構造の学習の効果. 地学教育, 61, 75-84.
- 三次徳二(2008) 小・中学校理科における地層の野外観察の実態. 地質学雑誌, 114, 149-156.
- 文部科学省(2008) 中学校学習指導要領解説理科編. 大日本図書, 149p.
- 中村直美(2011) 自然学習のための植物カードゲーム利用. 茨城大学教育学部紀要(教育科学), 60, 191-198.

Geoscience teaching for secondary school students using a newly developed card game of igneous rocks.

Masaya MIYOSHI, Masahiro ASAHARA, Toshio OYAMA, Tsuyoshi KUZUNO and Naohiro SASAKI

Keywords : Geoscience education, Igneous rock, Card game, Fukui prefecture, Secondary education